МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет химии и высоких технологий

**УТВЕРЖДАЮ**
Проректор по учебной работе, качеству образования – первый проректор
_____ Хагуров Т.А.
подпись
«_29_» ____мая_____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# Б1.О.07 «ЭЛЕКТРОННАЯ И КОЛЕБАТЕЛЬНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ»

Направление подготовки- 04.04.01 Химия

Направленность – перспективные соединения и материалы на их основе

Форма обучения – очная

Квалификация - магистр

Краснодар 2020

**Рабочая программа дисциплины** «Электронная и колебательная спектроскопия» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 04.03.01 Химия (уровень магистратуры)

**Программу составил**
д.х.н., профессор кафедры общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии Буков Н.Н. _____ 14.05.2020 г.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии 15.05.2020 г., протокол № 10.
Зав. кафедрой д.х.н., профессор Буков Н.Н. _____

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры органической химии и технологий 18.05.2020 г., протокол № 8.
И.о. зав. кафедрой к.х.н., доцент Кузнецова С.Л.. _____

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий 25.05.2020 г., протокол № 5.
Председатель УМК факультета доцент Беспалов А.В. _____

Эксперты:
**Р.В. Горохов,** главный специалист ООО «Современные технологии», кандидат химических наук, доцент

**В.А. Исаев,** профессор кафедры физики и информационных систем Кубанского государственного университета, доктор физико-математических наук, доцент

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

Преподавание курса «Электронная и колебательная спектроскопия» имеет целью дать студенту понимание принципиальных основ, практических возможностей и ограничений, оптических методов исследования химических соединений, знакомство с их аппаратурным оснащением и условиями проведения эксперимента, умение интерпретировать и грамотно оценивать экспериментальные данные, в том числе публикуемые в научной литературе.

### 1.1 Цель дисциплины

Студент должен овладеть методологией оптической (электронной и колебательной) спектроскопии химических соединений, оптимальному выбору спектральных методов для определения состава, строения и свойств химических соединений, знать основы теории и эксперимента оптических спектральных методов исследования и делать заключения на основании анализа и сопоставления совокупности имеющихся спектральных данных.

### 1.2 Задачи дисциплины

В результате изучения данной дисциплины студенты должны

***1) знать:***

– классификацию и характеристику физических методов исследования;
– теоретические основы спектральных и спектроскопических методов;
– проблемы получения и регистрации спектров;
– методы определения энергетических и геометрических параметров молекул и веществ;
– методы электронной и колебательной спектроскопии;
– принципы работы серийных спектральных приборов;
– стратегию применения физических методов исследования при идентификации и количественном анализе химических соединений и их смесей.

***2) уметь:***

– выбирать оптимальные физические методы исследования конкретных химических соединений и веществ;
– интерпретировать спектральные данные электронной и колебательной спектроскопии;
– готовить исследуемые вещества для спектрального анализа в выбранном диапазоне электромагнитных волн;
– идентифицировать химические соединения по данным спектральных методов анализа;
– применять данные методов электронной и колебательной спектроскопии при исследовании химических процессов.

***3) владеть:*** методологией оптической молекулярной спектроскопии химических соединений

### 1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Электронная и колебательная спектроскопия» относится к обязательной части Блока 1 учебного плана.

Знания, приобретенные при освоении данного курса, будут использованы при решении структурных задач выпускных квалификационных работ (магистерских диссертаций).

**1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Электронная и колебательная спектроскопия», соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующей компетенции: ОПК-1

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | **знать** | **уметь** | **владеть** |
| 1 | ОПК-1 | Способностью использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач | классификацию и характеристику а также теоретические основы спектральных методов; проблемы получения и регистрации спектров; методы определения энергетических и геометрических параметров молекул и веществ методами электронной и колебательной спектроскопии; принципы работы серийных спектральных приборов; стратегию применения физических методов исследования при идентификации и количественном анализе химических соединений и их смесей. | выбирать оптимальные оптические методы исследования конкретных химических соединений и веществ; интерпретировать спектральные данные электронной и колебательной спектроскопии; готовить исследуемые вещества для спектрального анализа в выбранном диапазоне электромагнитных волн; идентифицировать химические соединения по данным спектральных методов анализа; применять данные методов электронной и колебательной спектроскопии при исследовании | методологией молекулярной оптической спектроскопии химических соединений |

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | **знать** | **уметь** | **владеть** |
| | | | | химических процессов. | |

**2. Структура и содержание дисциплины**

**2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед. (180 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

| Вид учебной работы | | Всего часов | Семестры | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | А | | | |
| **Контактная работа, в том числе** | | **68,3** | **68,3** | | | |
| **Аудиторные занятия (всего)** | | | | | | |
| В том числе: | | | | | | |
| Занятия лекционного типа | | 16 | 16 | | | |
| Лабораторные занятия | | 52 | 52 | | | |
| Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия) | | - | - | | | |
| **Иная контактная работа** | | **0,3** | **0,3** | | | |
| Контроль самостоятельной работы (КСР) | | - | - | | | |
| Промежуточная аттестация (ИКР) | | 0,3 | 0,3 | | | |
| **Самостоятельная работа, в том числе** | | **85** | **85** | | | |
| Курсовая работа | | - | - | | | |
| Проработка учебного материала | | 85 | 85 | | | |
| Выполнение индивидуальных заданий | | - | - | | | |
| Реферат | | - | - | | | |
| **Контроль** | | **26,7** | **26,7** | | | |
| Подготовка к экзамену | | 26,7 | 26,7 | | | |
| **Общая трудоемкость** | **час.** | **180** | **180** | | | |
| | **в том числе контактная работа** | **68,3** | **68,3** | | | |
| | **зач. ед** | **5** | **5** | | | |

**2.2 Структура дисциплины:**

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

**Разделы дисциплины, изучаемые в семестре А**

| № раздела | Наименование разделов | Количество часов | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | Самостоятельная работа |
| | | | Л | ПР | ЛР | |
| 1 | Введение. | 9 | 2 | - | 2 | 5 |
| 2 | Электронная спектроскопия. | 50 | 6 | - | 16 | 28 |
| 3 | Колебательная спектроскопия. | 50 | 6 | -- | 16 | 28 |
| 4 | Совместное применение спектральных методов. | 38 | 2 | - | 12 | 24 |
| | *Всего:* | | 16 | - | 52 | 85 |

**2.3 Содержание разделов дисциплины: «Молекулярная спектроскопия координационных соединений»**

**2.3.1 Занятия лекционного типа**

| № раздела | Наименование раздела | Содержание раздела | Форма текукущего контроля |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | **Введение.** Общая теория измерений | Физическая теория методов. Прямая и обратная задачи. Понятия корректной и некорректной постановки задач физических методов. | Т |
| 2 | **Электронная спектроскопия.** Электронные со- | Электронные состояния молекул, определение и основные характеристики. Волновая функция, энергия, вырожденность, мультиплетность, время жизни и заселённость электрон- | ЛР |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | стояния и электронные переходы в двухатомных и сложных молекулах.<br><br>Электронные спектры поглощения молекул в видимой и ультрафиолетовой областях. | ных состояний. Колебательно-вращательная структура электронных состояний и электронно-колебательно-вращательные переходы в молекулах. Тонкая и сверхтонкая структура электронных спектров молекул. Принцип Франка-Кондона. Классификация и номенклатура электронных состояний и переходов между ними в двухатомных, многоатомных линейных и нелинейных молекулах. Классификация по Каша и Малликену, концепция хромофорных и ауксохромных групп, переходы с переносом заряда.<br><br>Критерии отнесения полос поглощения к различны электронным переходам. Влияние эффектов сопряжения, пространственных эффектов и полярности растворителя на электронные спектры поглощения молекул. Эмпирические правила Вудворда-Физера. Квантовомеханическая вероятность электронно-колебательно-вращательных переходов и сила осциллятора. Интенсивность полос поглощения различных электронных переходов. Правила отбора и нарушение запрета. Применение электронных спектров поглощения в качественном, количественном и структурном видах анализа. Определение молекулярных постоянных двухатомных молекул. Специфика электронных спектров поглощения различных классов химических соединений. Техника и методы абсорбционной спектроскопии в видимой и ультрафиолетовой областях. | |
| 3 | **Колебательная спектроскопия.**<br><br>Спектроскопия колебательных пе- | Классическое рассмотрение колебаний простых многоатомных молекул. Квантовомеханический подход к описанию колебательных спектров. Уровни энергии, их классификация. Фундаментальные, обертонные и составные частоты. Инфракрасные (ИК) спектры поглощения и спектры комбинационного рассеяния | ЛР, К |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | реходов в молекулах.<br><br>Применение колебательной спектроскопии в химии. | (КР). Правила отбора и интенсивность полос колебательных переходов в ИК-спектрах поглощения и в спектрах КР. Характеристичность нормальных колебаний. Концепция групповых частот и её ограничения.<br><br>Сопоставление ИК- и КР-спектров и выводы о симметрии молекул. Определение симметрии молекулы по данным ИК и КР спектров. Использование групповых частот в структурном анализе. Идентификация спектральных данных. Качественный и количественный анализ. Исследования строения молекул, динамической изомерии, равновесий и кинетики химических реакций. Методы и техника ИК- и КР-спектроскопии. Понятия о методах НПВО и МНПВО. Подготовка образцов для регистрации спектров. | |
| 6 | **Совместное применение спектральных методов.** | Чувствительность, разрешающая способность и характеристическое время различных спектральных методов. Возможности, области применения и интеграция физических методов исследования.<br><br>Понятие о спектрах флуоресценции и фосфоресценции. Методы рентгеноэлектронной, фотоэлектронной и оже-спектроскопии. Методы изучения поляризуемости молекул**:** дисперсия оптического вращения и оптический круговой дихроизм. Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР). Методы определения электрических дипольных моментов молекул. Методы определения геометрии молекул. Ядерный квадрупольный и гамма-резонансы. | ЛР |

**2.3.2 Занятия семинарского типа**

Занятия семинарского типа - не предусмотрены

### 2.3.3 Лабораторные занятия

| № | Наименование раздела | Наименование лабораторных работ | Форма текущего контроля |
|---|---|---|---|
| 1. | Введение. | Техника безопасности при работе в химической лаборатории. Работа с электроизмерительными и оптическими приборами. | УО |
| 2. | Электронная спектроскопия. | Измерение электронных спектров координационных соединений | ЛР |
| 3. | Колебательная спектроскопия. | Измерение колебательных спектров координационных соединений | ЛР |
| 4. | Совместное применение спектральных методов. | Работа с Базами данных по молекулярным спектрам. | ЛР |

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ

Проведение курсовых работ по дисциплине – не предусмотрено

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

| № | Наименование раздела | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 5. | Введение | Буков Н.Н., Кузнецова С.Л., Костырина Т.В. Физические методы исследования. Молекулярная спектроскопия. Уч. пособие, КубГУ, http://www.kubsu.ru/sites/default/files/department/MOLEKULYRNAYSPEKTROSKOPIY_6.pdf |
| 6. | Электронная спектроскопия. | Буков Н.Н., Павлов П.А., Фурсина А.Б. Физические методы исследования. Часть 1. Электронные спектры. Уч. пособие, КубГУ. http://www.kubsu.ru/sites/default/files/department/ELEKTRONNIESPEKTRI_1CHAST1.pdf Буков Н.Н., Кузнецова С.Л., Костырина Т.В. Физические методы исследования: Электронная спектроскопия. – Краснодар: КубГУ, 2006. http://www.kubsu.ru/sites/default/files/department/ELEKTRONNAYSPEKTRI_2.pdf |
| 7. | Колебатель- | Буков Н.Н., Колоколов Ф.А., Костырина Т.В., Кузнецова |

| | | |
|---|---|---|
| | ная спектро-скопия. | С.Л. Физические методы исследования: Колебательная спектроскопия. Уч. пособие, КубГУ, http://www.kubsu.ru/sites/default/files/department/KOLEBATELNAYSPEKTROSKOPIY_4.pdf<br>Буков Н.Н., Костырина Т.В., Абрамов Д.Е., Фурсина А.Б. Физические методы исследования. Часть 2. Колебательная спектроскопия. Уч. пособие, КубГУ, http://www.kubsu.ru/sites/default/files/department/KOLEBATELNIESPEKTRI_3.pdf |
| 8. | Совместное применение спектральных методов. | Буков Н.Н., Буиклиский В.Д., Панюшкин В.Т. Физические методы исследования координационных соединений редко-земельных элементов. Краснодар, КубГУ «Книга», 2001 |

### 3. Образовательные технологии

| Семестр | Вид занятия (Л, ПР, ЛР) | Используемые интерактивные образовательные технологии | Количе-ство часов |
|---|---|---|---|
| 4 | Л | электронные презентации | 16 |
| | ПР | - | |
| | ЛР | решение проблемных ситуаций в составе малых групп. | 16 |
| Итого: | | | 32 |

### 4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Текущий контроль осуществляется в устной и письменной форме в процессе выполнения лабораторных работ. Промежуточный контроль проводится в виде тестов и опроса. Итоговый контроль осуществляется приемом экзамена в семестре А.

**Критерии оценки сформированных компетенций определяются уровнем усвоения изучаемого материала**

- обучаемый имеет определенное представление об оптических методах исследования химических соединений, но не проявляет их должной осмысленности и не справляется с выполнением соответствующих письменных и экспериментальных работ (**не зачтено, неуд.**);
- обучаемый имеет четкие представления об оптических методах исследования химических соединений, понимает их сущность, однако обнаруживает затруднение в их воспроизведении и применении на практике, что приводит к необходимости уточняющих и дополнительных вопросов в процессе проверки (**зачтено**, **удовл**);
- обучаемый достаточно полно осмыслил материал об оптических методах исследования химических соединений, с пониманием формулирует соответствующие понятия (теоретические положения), хотя при их обосновании и

воспроизведении нуждается в некоторых уточнениях, обнаруживает умение применять усвоенные знания на практике, допуская мелкие, несущественные недочеты в письменных работах (**зачтено, хор**);
- высший уровень владения материалом состоит в глубоком осмыслении оптических методах исследования химических соединений на понятийном уровне, в умении свободно и логично воспроизводить и обосновывать содержащиеся в них положения примерами и фактами, а также не допускать ошибок при выполнении письменных и практических работ, проявлять самостоятельность и элементы творчества (**зачтено, отл**).

Студенты, успешно решившие все задачи самостоятельных заданий методичек №№ 2, 4, 5, и успешно выполнившие лабораторный практикум, аттестуются досрочно.

### 4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

**ЗАДАЧИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ № 1**
по курсу «Молекулярная спектроскопия координационных соединений»
по теме «Электронная спектроскопия»

см. Методические указания №2 - Буков Н.Н., Кузнецова С.Л., Костырина Т.В. Физические методы исследования: Электронная спектроскопия. – Краснодар: КубГУ, 2006. стр. 32-36

**ЗАДАЧИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ № 2**
по курсу «Молекулярная спектроскопия координационных соединений»
по теме «Колебательная спектроскопия»

см. Методические указания №4 - Буков Н.Н., Колоколов Ф.А., Костырина Т.В., Кузнецова С.Л. Физические методы исследования: Колебательная спектроскопия. Уч. пособие, КубГУ, Краснодар, 2010. стр. 40-45
см. Миронов В.А., Янковский С.А. Спектроскопия в органической химии. М.: Химия. 1985. стр. 127-226

### 4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

**Вопросы к экзамену**

1. Общая характеристика методов молекулярной спектроскопии.
2. Классификация спектральных методов исследования.
3. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом.
4. Основные применения спектральных методов.
5. Теория кристаллического поля и теория поля лигандов в спектроскопии.
6. Правила отбора спектральных полос поглощения.
7. Переходы в атомах и молекулах. Правила отбора.

8. Энергетические состояния атомов и молекул. Термы.
9. Полуэмпирические методы в спектроскопии.
10. Основные спектральные методы расчета констант реакций.
11. Прямая и обратная спектральная задача.
12. Основные характеристики уровней энергии.
13. Законы светопоглощения.
14. Вероятности переходов и правила отбора.
15. Симметрия атомных систем и их уровней энергии.
16. Виды спектральных измерений по условиям, определяющим точность результата.
17. Интенсивности в спектрах.
18. Химические процессы, влияющие на ширину спектральной линии.
19. Обработка результатов спектральных измерений.
20. Энергетические уровни двухатомной молекулы.
21. Виды спектроскопии по свойствам излучения.
22. Естественные пределы спектральных измерений.
23. Электронная абсорбционная спектроскопия.
24. Интерпретация электронных спектров.
25. Отнесение электронных переходов.
26. Интенсивность электронных переходов.
27. Влияние полярности растворителя на спектры
28. Спектральные особенности ионов переходных металлов.
29. Критерии, помогающие отнесению полос в электронной спектроскопии.
30. Техника эксперимента в электронной спектроскопии.
31. Колебательная (ИК-, КР-) спектроскопия.
32. Концепция групповых частот в колебательной спектроскопии
33. Корреляция силовых постоянных связей.
34. Правила отбора в колебательной спектроскопии
35. Симметрия молекулярных колебаний
36. Методика эксперимента в колебательной спектроскопии.
37. Различия в ИК- и КР-спектроскопии.
38. Нормальные колебания многоатомных молекул.
39. Анализ нормальных колебаний молекулы HCN.

## 5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

### 5.1 Основная литература:

1. Лебухов В.И. Физико-химические методы исследования [Электронный ресурс]: Учебник / В.И. Лебухов, А.И. Окара, Л.П. Павлюченкова; под ред. А.И. Окара. – СПб.: Издательство «Лань», 2012. – 480 с. : ил. – (Учебник для вузов. Специальная литература). – ISBN: 978-5-8114-1320-1. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/4543#book_name

2. Пентин, Ю.А. Физические методы исследования в химии [Текст] : Учебник для студентов вузов. - М.: Изд-во "МИР" Изд-во "АСТ", 2003. – 683 с. : ил. - (Методы в химии). - Библиогр. : с. 658-661. - ISBN 5030034706. - ISBN 5170187602 : 358.00.
3. Буков, Н.Н. Физические методы исследования: колебательная спектроскопия [Текст] : учебное пособие / Н. Н. Буков, Ф. А. Колоколов, Т. В. Костырина, С. Л. Кузнецова ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - Краснодар : [Кубанский государственный университет], 2010. - 53 с. : ил. - Библиогр. : с. 46. - 8 р. 45 к.

**5.2 Дополнительная литература:**

1. Буков Н.Н., Буиклиский В.Д., Панюшкин В.Т. Физические методы исследования координационных соединений редкоземельных элементов. Краснодар, КубГУ «Книга», 2001
2. Ельяшевич М.А. Атомная и молекулярная спектроскопия. Книги 1-3. М.: URSS. 2001-2006
3. Драго Р. Физические методы в химии, 1, 2 тт. М.: Мир, 1981
4. Купцов, Альберт Харисович. Фурье-КР и Фурье-ИК спектры полимеров: [справочник] / Купцов, Альберт Харисович, Г. Н. Жижин ; А. Х. Купцов, Г. Н. Жижин. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. - 582 с.
5. Игнатьев, Борис Владимирович. Колебательная спектроскопия : учебно-методическое пособие / Игнатьев, Борис Владимирович; [сост. Б. В. Игнатьев ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т, Каф. экспериментальной физики]. - Краснодар: [КубГУ], 2009. - 35 с.
6. В.И. Васильева, О.Ф. Стоянова, И.В. Шкутина и др. Спектральные методы анализа: практическое руководство: учебное пособие для студентов вузов. Санкт-Петербург. Лань. 2014. 356 с.
7. Физические методы исследования неорганических веществ: учебное пособие для студентов / под ред. А.Б. Никольского. – М.: Академия. 2006. 436 с.
8. Сильверстейн Р., Вебстер Ф., Кимл Д. Спектрометрическая идентификация органических соединений: учебное пособие М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. 548 с.

**5.3. Периодические издания:**

Периодические журналы: «Химия и жизнь»,
«Журнал Общей химии»,
«Журнал Прикладной спектроскопии»,
«Координационная химия»,
«Журнал Структурной химии»,
«Российский химический журнал» и др.

**6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети** «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

http://chemistry.ru/
http://www.himhelp.ru/
http://www.nglib.ru.
http://www.xumuk.ru/
http://webbook.nist.gov/chemistry/
http://riodb01.ibase.aist.go.jp/sdbs/cgi-bin/cre_frame_disp.cgi?sdbsno=19659
http://www.biblioclub.ru/
http://kubsu.ru/University/departments/CHEM/inorg/index.php и др.
Интернет сайты ведущих государственных ВУЗов и научных организаций РФ: МГУ, СПбГУ, РХТУ, НГУ, КубГУ, РАН РФ и др.
Зарубежные ведущие научные и учебные цетры: NBS USA, MTI UK, ChLab Japan, NSRDS и др.
Интерактивная база данных книг и журналов SpringerLink.
Химический редактор ChemSktch:http://www.acdlabs.com

## 7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

| № | Наименование раздела | Формы самостоятельной работы | Формы отчетности |
|---|---|---|---|
| 1 | Введение | Актуализация содержания тем изучаемой дисциплины | УО |
| 2 | Электронная спектроскопия. | Самостоятельное изучение разделов. Подготовка к лабораторным занятиям. Работа с учебной литературой, базами данных в сети Internet. | УО, ЛР |
| 3 | Колебательная спектроскопия. | Самостоятельное изучение разделов. Подготовка к лабораторным занятиям. Работа с учебной литературой, базами данных в сети Internet. | УО, ЛР |
| 4 | Совместное применение спектральных методов. | Самостоятельное изучение разделов. Работа с учебной литературой, базами данных в сети Internet. | УО |

## 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

### 8.1 Перечень необходимого программного обеспечения

В курсе лабораторных работ используется следующее программное обеспечение: Microsoft Office (Word, Excel), ACD Labs Chemsketch, Компьютерная программа Hyper Chemistry .

**8.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

1. КонсультантПлюс//www.consultant.ru

2. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. URL: http://fcior.edu.ru/.

3. Российский образовательный портал. URL: http://www.school.edu.ru/

**9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для материально-технического обеспечения дисциплины «Молекулярная спектроскопия координационных соединений» используется лабораторное оборудование и учебно-научная аппаратура (интерактивная доска, демонстрационные модели).

При выполнении лабораторных работ для реализации методик используются: спектрофотометры, инвентарь изготовления паст и таблеток исследуемых соединений, весы аналитические. При проведении лабораторных работ используются химические реактивы и посуда.

ПЭВМ уровня не ниже Pentium IV с операционной системой Windows XP / Windows 7, Компьютерная программа Hyper Chemistry.

| | Вид работ | Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность |
|---|---|---|
| *1.* | Лекционные занятия | Лекционная аудитория 422С, оснащенная презентационной техникой и соответствующим программным обеспечением. |
| *2.* | Семинарские занятия | - |
| *3.* | Лабораторные занятия | Аудитория 422С, оснащенная презентационной техникой и соответствующим программным обеспечением и лаборатории факультета, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения. |
| *4.* | Курсовое проектирование | - |
| *5.* | Групповые (индивидуальные) консультации | Аудитория 422С, оснащенная презентационной техникой и соответствующим программным обеспечением. |
| *6.* | Текущий контроль, промежуточная аттестация | Аудитория 422С, оснащенная презентационной техникой и соответствующим программным обеспечением. |
| *7.* | Самостоятельная работа | Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в |

| | | |
|---|---|---|
| | | электронную информационно-образовательную среду университета. |